

PENGUJIAN KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA SPESIMEN *TOOTH BUCKET EXCAVATOR PC 2000* BERBASIS METODE *QUENCHING* DAN *TEMPERING*

Fredy Haryatmoko¹, Fatimah Nur Hidayah²

¹ Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta, Surakarta, Indonesia

² Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta, Surakarta, Indonesia

E-mail: fharyatmoko15@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari nilai kekerasan dan mikro struktur dari spesimen *Tooth Bucket Excavator*. Hal ini dilakukan karena umur dari spesimen ini tidak bisa bertahan lama. Karena spesimen ini bekerja pada area tambang yang langsung bersentuhan dengan batuan, pasir dan kerikil di area tambang. Semakin lama bersentuhan dengan batuan, pasir dan kerikil spesimen akan mengalami keausan pada waktu yang dekat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *quenching* dan *tempering*. *Quenching* adalah sebuah metode pendinginan dengan cepat yang terjadi pada spesimen dari temperatur tinggi ke temperatur rendah. *Quenching* menggunakan suhu 840°C dan 900°C dengan *holding time* 10 menit. Cairan yang digunakan adalah oli dengan volume 60 L. Selanjutnya, melakukan proses *tempering* pada spesimen dengan suhu 250°C dan 350°C, serta *holding time* 1 jam. Kedua metode ini dilakukan dengan alat yang bernama *Furnace* yang mampu bekerja hingga temperatur 1000°C. Setelah melakukan kedua metode tersebut, selanjutnya menentukan nilai kekerasan dan uji struktur mikro. Nilai kekerasan ditentukan dengan menggunakan alat Mikro Hardness Vickers Machine dengan satuan HVN. Untuk mengetahui nilai kekerasan spesimen dapat mencari belah ketupat pada spesimen. Setelah pengambilan 3 titik dilanjutkan dengan menghitung rata-rata. Hasil yang didapat pada pengujian setelah *quenching* suhu 840°C adalah 426,5 HVN dan suhu 900°C bernilai 420,5 HVN. *Quenching* tersebut menggunakan *holding time* 10 menit. Untuk *tempering* 250°C *holding time* 1 jam mendapatkan nilai HVN sebesar 439,0 HVN pada suhu 840°C dan 432,7 HVN pada suhu 900°C. Struktur mikro dilihat dengan alat Mikroskop Metalurgi dengan perbesaran 20X dan 50X. Pengambilan struktur mikro dilakukan dengan tujuan mencari unsur yang berada didalam spesimen. unsur yang berada di dalam spesimen adalah *martensite*, *cementite* dan *bainite*.

Kata Kunci: *Tooth bucket excavator pc 2000*, *quenching*, *tempering*, kekerasan, struktur mikro

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of finding the hardness and microstructure values of the *Tooth Bucket Excavator* specimens. This is done because the age of these specimens cannot last long. Because these specimens work in the mine area which is directly in contact with rocks, sand and gravel in the mine area. The longer contact with rock, sand and gravel the specimen will experience wear in the near future. The method used in this research is *quenching* and *tempering*. *Quenching* is a method of rapid cooling that occurs in specimens from high temperatures to low temperatures. *Quenching* uses a temperature of 840°C and 900°C with a holding time of 10 minutes. The liquid used is oil with a volume of 60 L. Furthermore, the process of *tempering* the specimen with temperatures of 250°C and 350°C, and holding time is 1 hour. Both methods are carried out with a tool called *Furnace* which is able to work up to temperatures of 1000°C. After doing both methods, then determine the value of hardness and microstructure test. The hardness

value is determined using a Micro Hardness Vickers Machine with HVN units. To find out the value of hardness of the specimen, you can look for rhombus in the specimen After taking 3 points proceed with calculating the average. The results obtained in testing after quenching at 840oC were 426.5 HVN and 900oC at 420.5 HVN. The quenching uses a holding time of 10 minutes. For 250oC tempering holding time 1 hour get an HVN value of 439.0 HVN at 840oC and 432.7 HVN at 900oC. The microstructure is seen with a Metallurgical Microscope with a magnification of 20X and 50X. Intake of microstructure is carried out with the aim of finding elements that are in the specimen. the elements inside the specimen are martensite, cementite and bainite.

Keywords: Tooth bucket excavator pc 2000, quenching, tempering, hardness, microstructure

1. PENDAHULUAN

Secara umum karakteristik tanah di Pulau Kalimantan adalah berkisar dari *ultisol masam* yang sangat *lauk* dan *inceptisol muda*. Di bagian selatan memiliki tanah gambut yang luas, sebagian besar berkembang dengan dataran bergelombang dan pegunungan yang tertoreh diatas batuan sedimen dan batuan beku tua , hal ini sangat mempengaruhi umur dari spesimen yang digunakan untuk mengambil tanah.

Karakter tanah di Kalimantan pun juga ada beberapa jenis yang dapat menyebabkan *keausan* pada spesimen, hal ini karena di Kalimantan terdapat empat unit geologi utama, yaitu batuan yang dihubungkan dengan pinggir lempeng, batuan dasar, batuan muda yang mengeras dan tidak mengeras, dan batuan *aluvial* serta endapan muda yang dangkal.

Pertambangan yang berada di Kalimantan disana berjumlah banyak. Dimana pertambangan ini juga banyak mempunyai kendaraan yang digunakan sebagai salah satu komponen untuk membantu pekerjaan. Dalam hal ini ada sebuah spesimen yang umurnya tidak lama karena komponen ini bekerja mengambil tanah yang menyebabkan umurnya tidak lama, hal ini juga berkaitan dengan kondisi tanah yang ada di Kalimantan.

Spesimen *Tooth Bucket* adalah spesimen terpenting yang ada di *Excavator*, spesimen ini merupakan speimen yang bersifat *consumable* (dipakai secara rutin) dan spesimen ini kerap mengalami sebuah keausan. Keausan ini terjadi karena part ini langsung bergesekan dengan material tanah yang didalamnya banyak batuan yang memiliki tingkat kekasaran dan kehalusan yang berbeda. Dalam hal ini ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat keausan dari part ini yakni: kondisi lapangan, jenis operasi, jenis batuan, dan kemahiran operator.

Dalam pekerjaan di area tambang *Tooth Bucket* kerap mengalami keausan karena abrasi. Abrasi terjadi karena langsung bersentuhan dengan material di area tambang. Agar tidak cepat aus spesimen melakukan proses perlakuan panas untuk menaikkan nilai kekerasan dari spesimen ini.

Dalam penelitian ini melakukan proses *Hardening*, *Quenching*, dan *Tempering*. *Hardening* dan *quenching* dilakukan untuk mencari nilai kekerasan dari spesimen. Dengan harapan nilai kekerasan menjadi naik. Sementara *tempering* dilakukan untuk mencair nilai kemuluran/kelenturan dari spesimen.

Tooth Bucket Excavator adalah komponen yang alat berat yang digunakan dalam tambang terbuka dan merupakan dan fungsinya untuk menggali dan memuat tanah galian ke dalam truck atau lokasi penampungan. Komponen utama dari *Tooth Bucket* adalah Tangkai dari *Excavator* yang dioperasikan dengan sistem engsel yang ditarik oleh mesin *hydraulic* yang dikaitkan dengan kawat baja.

Dalam jenis dari *Tooth Bucket Excavator* memiliki beberapa jenis tersendiri, karena pada pekerjaan spesimen ini memiliki *vibrasi* dan *impact* yang tinggi. Sehingga

komponen yang digunakan harus kuat dan tahan. Berikut adalah jenis-jenis dari *Tooth Bucket Excavator* :

- a. *Long Tip*, bagus untuk sebagian besar pekerjaan, memiliki kekuatan yang baik.
- b. *Heavy Duty Long Tip*, penggunaan pada unit besar dalam pekerjaan pengangkutan dan penggalian.
- c. *Sharp Tip*, penetrasi menjadi perhatian utama, digunakan pada material yang kurang menyebabkan aus.
- d. *Wide Tip*, digunakan untuk membersihkan lantai, tahan pada material yang menyebabkan aus.
- e. *Heavy Duty Abrassion Tip*, digunakan pada unit yang bekerja dengan pasir, tanah, kerikil.

2. BAHAN DAN METODE

Proses pembuatan dari *tooth bucket* dibuat dari material baja dengan proses pengecoran. Pengecoran sendiri adalah proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan sebuah cetakan yang akan menghasilkan sebuah part dengan bentuk yang hampir mendekati geometri. Untuk komposisi pembuatan *tooth bucket* di perlukan proses hardening dan tempering yang dipanaskan pada suhu 850 – 900 derajat Celcius kemudian di quench pada oli. (Martua,2007)



Gambar 2.1 Excavator

Menurut Soedjono (1978) *quenching* adalah perlakuan laju pendinginan yang akan menentukan struktur kekerasan serta kekuatan yang dihasilkan. Laju pendinginan haruslah melampaui laju pendinginan kritis, sehingga menghasilkan struktur martensite. Dibawah ini tabel 2.1 laju pendinginan.

Tabel 1. Laju pendinginan

Media Quenching	Laju Pendinginan	Struktur yang Dihasilkan
Air	Sangat Cepat	Martensit
Minyak	Cepat	Perlite halus
Udara	Sedang	Perlite halus
Anil	Sangat Lambat	Perlite halus

Media air, menghasilkan laju pendinginan yang sangat cepat sedangkan struktur mikronya yang dihasilkan adalah *martensite*, pendinginan yang menggunakan media minyak atau oli, laju pendinginannya adalah cepat dengan struktur *perlite* yang sangat halus. Media udara menghasilkan struktur mikro yang *perlite* halus dengan laju pendinginan yang relatif sedang. Oli digunakan karena memiliki *viskositas* atau kekentalan yang tinggi bila dibandingkan dengan cairan yang lain. Oli juga cocok digunakan dalam pendinginan besi. Hal ini karena hampir semua besi pada motor pendinginan menggunakan oli.

Struktur mikro adalah gambaran kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Struktur yang dimiliki oleh baja karbon didominasi oleh ferit dan perlit. Pengujian struktur mikro yang menggunakan *Mikro Hardness Tester* dengan pembesaran foto diperoleh dari pembesaran foto diperoleh dari perkalian lensa obyektif dan okuler.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari solusi dari permasalahan *tooth bucket excavator pc 2000* yang umurnya tidak bisa bertahan lama apabila digunakan terus menerus. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan *quenching* pada spesimen uji *tooth bucket excavator pc 2000*, *quenching* dilakukan dengan tujuan mengubah struktur mikro yang berada di spesimen tersebut.

Quenching dilakukan dengan menggunakan oli dengan volume 60 L. Suhu yang digunakan adalah sebesar 840°C dan 900°C. *Holding time* masing-masing sebesar 10 menit dengan jumlah spesimen 6 buah. Proses tempering 250°C dan 350°C dengan *holding time* 1 jam dengan spesimen masing-masing 2 buah.

Setelah melakukan proses *quenching* dan *tempering*, peneliti melakukan proses mencari kekerasan dengan alat *Hardness Vickers Test Machine*. Alat ini digunakan untuk mencari nilai kekerasan dari spesimen. Setelah melakukan proses ini, proses selanjutnya mencari struktur mikro dari spesimen dengan alat uji *Mikroskop Metalurgi* dengan lensa pembesaran 20X dan 50X.

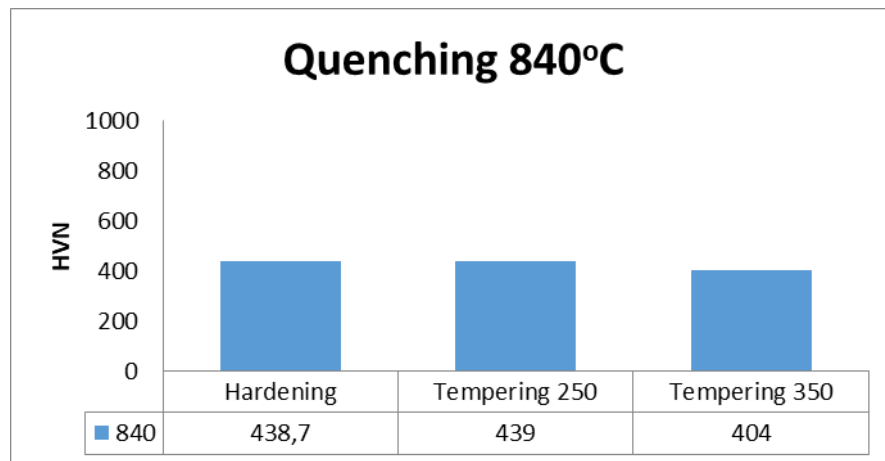
Hasil penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil sebagai berikut, termasuk data dari proses pengujian yang dilakukan baik pengujian kekerasan dan struktur mikro, berikut adalah data yang dihasilkan.

1. Pengujian Kekerasan *Vickers*

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers*

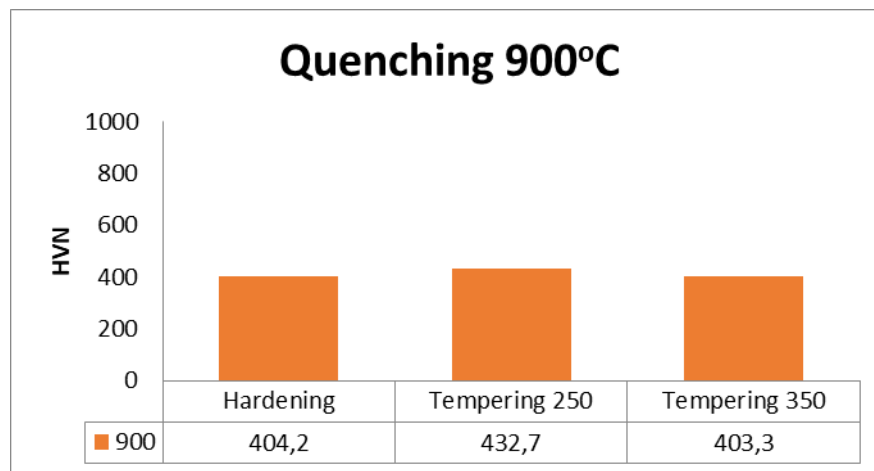
Pengujian	Quenching 840°C (HVN)	Quenching 900°C (HVN)
Raw Material	426,5	420,5
Hardening	438,7	404,2
Tempering 250°C	439,0	432,7
Tempering 350°C	404,0	403,3

Pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 bahwa kekerasan benda setelah proses *quenching* oli pada suhu 840°C memiliki nilai kekerasan sebesar 438,7 HVN. yang berarti benda mengalami peningkatan kekerasan setelah melakukan proses *quenching*. Sedangkan hasil berbanding terbalik didapatkan pada spesimen yang menggunakan suhu 900°C yang memiliki nilai kekerasan 404,2 HVN. Hal ini terjadi karena saat melakukan pengambilan data, sisi kanan dan kiri spesimen mengalami penurunan kekerasan. Penurunan kekerasan ini dikarenakan suhu yang digunakan, penempatan spesimen, *holding time* yang digunakan kurang tepat.



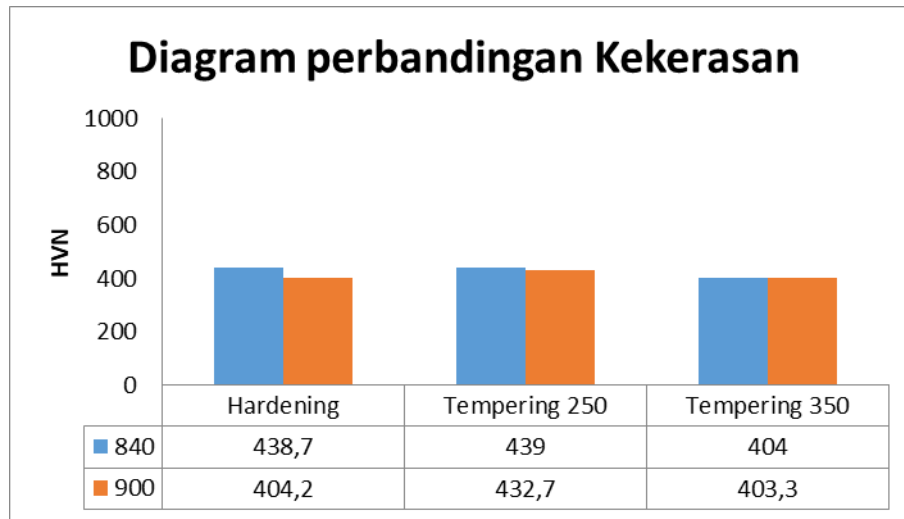
Gambar 1. Data hasil uji kekerasan vickers spesimen *quenching* 840°C

Dari data diatas dapat dilihat bahwa setelah mengalami proses *quenching* 840°C, spesimen mengalami kenaikan kekerasan sebesar 438,7 HVN, hasil ini juga terjadi setelah spesimen mengalami proses *tempering* 250°C dengan nilai kekerasan sebesar 439,0 HVN, hasil berbalik didapat spesimen yang mengalami proses *tempering* 350°C yang nilai kekerasannya hanya 404,0 HVN.



Gambar 2. Data hasil uji kekerasan vickers spesimen *quenching* 900°C

Dari data diatas dapat dilihat bahwa spesimen setelah mengalami proses *quenching* 900°C mengalami penurunan kekerasan sebesar 404,2 HVN, sementara pada proses *tempering* 250°C dengan hasil kekerasan sebesar 432,7 HVN yang menunjukkan peningkatan kekerasan, pada *tempering* 350°C kekerasannya kembali turun menjadi 403,3 HVN.



Gambar 3. Data hasil uji kekerasan vickers perbandingan

Gambar 3 menunjukkan bahwa *quenching* 840°C mengalami peningkatan nilai kekerasan jika dibandingkan dengan 900°C. Hal ini dikarenakan penurunan kekerasan di setiap spesimen *quenching* 900°C pada bagian kanan kiri seperti pada Gambar 4.2.

Penurunan kekerasan bisa disebabkan oleh Penurunan kekerasan ini dikarenakan suhu yang digunakan, penempatan spesimen, *holding time* yang digunakan kurang tepat. Hal ini dapat berakibat penurunan kekerasan terhadap spesimen. Pada Gambar 4.5 terlihat perbedaan di bagian Hardening. Perbedaan yang dihasilkan pada gambar terlihat bahwa suhu 840°C dengan *holding time* 10 menit lebih optimal dalam meningkatkan kekerasan spesimen uji. Sedangkan untuk suhu 900°C mengalami penurunan kekerasan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini setelah melakuan penelitian adalah :

- Nilai kekerasan spesimen mengalami peningkatan sebesar 438,7 HVN setelah mengalami proses hardening. Struktur mikro bertambah banyak jenisnya yakni *martensite*, *bainite* dan *cementite*.
- Penurunan kekerasan terjadi pada *quenching* menjadi sebesar 404,2 HVN. Struktur mikro juga tidak banyak *martensite* nya. Hal ini berakibat pada turunnya nilai kekerasan spesimen tersebut.
- Pada *tempering* 250°C spesimen mengalami peningkatan sebesar 439,0 dan 432,7 HVN dan struktur mikronya menjadi padat dengan *martensite* yang berfokus pada satu titik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah mendukung peneliti, sehingga dapat melakukan penelitian dengan baik dan lancar. Tak lupa ucapan terima kasih kami berikan kepada Ibu Fatimah Nur Hidayah, M. Si. selaku Pembimbing Tugas Akhir Prodi Teknik Mesin Akademi Teknologi Warga Surakarta;

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supardi, E. 1999. Pengujian Bahan. Aksara. Bandung.
- [2] Soedjono. 1978. Pengetahuan Logam 1. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [3] Kurniawan P, L. 2007. Perbedaan Nilai Kekerasan pada Proses Double Hardening dengan Media Pendingin Air dan Oli SAE 20 pada Baja Karbon (Skripsi). Universitas Negeri Semarang.
- [4] Schonmetz, dan Gruber, A. K. 1987. Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam. Aksara. Bandung.
- [5] Arsyad Muhammad. 2012. Pengetahuan Bahan Teknik 1.
- [6] Purwanto, H. 2011. Momentum. Vol 7. No. 1. April 2011. Semarang.
- [7] Aziz, Pistoni. 2012. SINTEK Vol. 5. Jakarta.
- [8] Yunaidi. 2016. Jurnal Mekanika dan Sistem Termal. Yogyakarta.
- [9] Herbirowo, S., dan Adjiantoro, B. Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanik Baja Nikel Laterit, Pusat Penelitian Metalurgi dan Material, vol. 2(2), 2016, hlm. 153-160.
- [10] Martua, R.P., Yusuf, A.P., dan Sayekti, B. Eksplorasi Umum Endapan Zirkon di Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah. Prosiding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan 2007, Pusat Sumber Daya Geologi, Kasongan, 2007, hlm. 3